

Mécanismes à engrenages permettant le décalage angulaire d'organes tournants et applications de tels mécanismes, notamment en aéronautique. (Invention : Louis BRÉGUET et René DEVILLERS.)

M. LOUIS BRÉGUET résidant en France (Seine).

Demandé le 22 novembre 1943, à 16<sup>h</sup> 52<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré le 21 mars 1951. — Publié le 25 juillet 1951.

(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)



La présente invention concerne des dispositifs à engrenages permettant, par une commande fixe, sans passer par l'intermédiaire de couronnes dentées de grandes dimensions tournant rapidement, de décaler angulairement plusieurs organes, tournant ou non à la même vitesse, dans le même sens ou en sens contraire.

Le décalage d'un arbre, entraîné par un arbre de prise de mouvement à une vitesse quelconque, dans le même sens ou en sens inverse, est le déplacement angulaire de cet arbre provoqué par la commande qui se superpose au mouvement de rotation existant quand la commande n'agit pas. On peut donc, en définitive, le considérer comme un déphasage par rapport à l'arbre primaire.

Un tel mécanisme, à condition d'être réversible, permet, inversement, de mesurer et d'enregistrer avec précision les décalages angulaires de deux organes tournants, donc aussi de mesurer un couple transmis par un arbre.

Le cas le plus simple consiste, en prenant le mouvement sur un arbre 1, à décaler un arbre 2 tournant en sens inverse.

On sait (fig. 1 et 2) qu'il suffit d'utiliser un inverseur à pignons coniques montés fous dans une cage 3, à axes normaux ou inclinés, suivant que les deux arbres doivent tourner à la même vitesse ou à des vitesses différentes.

Pour déphaser en marche l'arbre 2 par rapport à l'arbre 1, il suffit de faire tourner la cage des satellites dans un sens ou dans l'autre.

On peut aussi utiliser un inverseur à pignons droits (fig. 3 et 4), à satellites doubles solidaires en rotation, montés dans une même cage 5, et dont une rangée prend le mouvement à l'intérieur d'une couronne 6, l'autre attaquant extérieurement un pignon 7 de l'arbre 2 ou inversement. Le décalage s'obtient par rotation de la cage 5.

Mais, dans le cas de deux arbres tournant en sens inverse, le dispositif préféré, qui fait particulièrement l'objet de l'invention, consiste en un inverseur à train planétaire, présentant une plus grande simplicité de montage et d'adaptation. Son intérêt tout spécial réside dans son application immédiate en aviation à la commande du pas de l'hélice avant d'un doublet, en combinaison avec un mécanisme quelconque de commande du pas de l'hélice arrière, qui sera de préférence, le répéteur de mouvement décrit plus loin.

La description qui va suivre, en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, fera bien comprendre comment l'invention peut être réalisée, les particularités qui ressortent tant des dessins que du texte faisant, bien entendu, partie de ladite invention :

Les fig. 5 à 20 représentent diverses formes de réalisation des dispositifs conformes à l'invention;

Les fig. 21 à 27 représentent l'application de l'invention à la commande du pas d'hélices;

Les fig. schématiques 5 et 6 montent, en coupes longitudinale et transversale, le principe d'un inverseur conforme à l'invention avec couronne de roulement intérieure, disposition qui sera généralement adoptée.

Deux rangées de satellites 8 et 9, solidaires angulairement, sont montées dans une même cage 10, directement entraînée par l'arbre 1 de prise de mouvement.

Les satellites 8 roulent sur une couronne 11 qui reste immobile quand il n'y a pas de déphasage et les satellites 9 entraînent le pignon 12 de l'arbre 2.

Les axes instantanés de roulement étant entre les axes des satellites et les points de contact avec la couronne 12, le mouvement de l'arbre 1 est inversé

à la même vitesse ou à une vitesse différente, suivant les rapports des pignons. La figure 7 représente le même dispositif, avec engrenement intérieur des satellites.

Si les axes instantanés et ceux des satellites étaient de part et d'autre des points de contact avec la couronne 12, on pourrait obtenir que les arbres tournent dans le même sens, mais toujours à des vitesses différentes, ce qui réduit l'intérêt de cette disposition particulière.

Dans tous les cas, on déphase l'arbre 2 par rapport à l'arbre primaire 1 par déplacement angulaire de la couronne de roulement 11.

La rotation additionnelle ainsi produite sur l'arbre 2 a le même sens que celle exercée sur la couronne de commande, sauf si les engrenements étaient de part et d'autre des axes des satellites, ce qui correspondrait à un montage donnant des vitesses de même sens.

Dans le cas plus complexe de deux arbres tournant dans le même sens à des vitesses pouvant être égales, ce qui sera le cas général, on pourrait accoupler deux inverseurs tels que ceux des figures 1, 2 et 3, de façon à redresser le mouvement, avec, en commun, la couronne 4 ou 7 qui serait à double denture.

Par exemple, avec deux inverseurs à pignons droit du type de la figure 3, on obtiendrait l'ensemble schématique de la figure 8, peu intéressant par son encombrement, son grand nombre de pignons, ainsi que par l'utilisation de deux cages et d'une couronne de grande dimension 7 à régime rapide.

On décale l'arbre 2 par rapport à l'arbre 1 par déplacement angulaire différentiel des couronnes 5 et 5', dans un sens ou dans l'autre, ainsi qu'il sera expliqué pour le dispositif ci-après.

Les figures 9 et 10 représentent schématiquement, en coupes longitudinale et transversale, le mécanisme choisi de préférence pour décaler en marche deux arbres 1 et 2, tournant dans le même sens à la même vitesse.

Son principe est de n'avoir que deux rangées de satellites égaux 13 et 14, solidaires, sans liaison angulaire, d'axes montés dans une cage commune libre 15, convenablement centrés sur l'un des arbres 1 ou 2.

Les satellites de prise de mouvement engrènent avec un pignon 17 de l'arbre primaire 1, en roulant à l'intérieur d'une couronne 18. Des organes identiques répètent le mouvement par les satellites 14, engrenant avec le pignon 19 de l'arbre 2 en roulant à l'intérieur de la couronne 20. Le décalage des arbres s'obtient par déplacement angulaire différentiel des couronnes 18 et 20.

Ces mécanismes ne comporte donc qu'une cage et deux groupes de satellistes, sans couronne de grande dimension à régime rapide :

1° Si les couronnes 18 et 20 sont toutes deux

immobilisées ou déplacées angulairement d'un même mouvement d'ensemble dans un sens ou dans l'autre, il ne se produit aucune rotation différentielle des satellites et les arbres 1 et 2 tournent à la même vitesse, sans se décaler;

2° Si la couronne 18 de prise de mouvement est immobilisée et que l'on fasse tourner la couronne 20 dans un sens ou dans l'autre, les satellites 14 tournent par rapport aux satellites 13 dans le même sens que cette couronne, tandis que l'arbre 2 se décale en sens inverse par rapport à l'arbre 1;

3° Si la couronne 20 de répétition de mouvement est immobilisée et que l'on fasse tourner la couronne 18, les satellites 13 tournent par rapport aux satellites 14 dans le même sens que cette couronne, tandis que l'arbre 2 se décale aussi dans le même sens par rapport à l'arbre 1;

4° Quelle que soit la couronne commandée, à une même rotation d'une seule couronne, correspond un même décalage entre les arbres, mais dans un sens pour une couronne et dans l'autre pour la seconde;

5° En déplaçant à la fois les deux couronnes sans que leurs mouvements soient identiques, c'est uniquement la rotation différentielle se produisant entre elles qui régit le décalage des arbres.

Le décalage le plus lent s'obtient ainsi (fig. 9) en commandant les deux couronnes différentiellement dans le même sens par un arbre 21 portant deux pignons droits 22 et 23 différant d'une ou deux dents. Le décalage le plus rapide résulterait d'une commande différentielle en sens inverse, par exemple par un pignon d'angle d'axe normal à l'axe longitudinal et attaquant simultanément les deux couronnes.

On peut aussi, ce qui est d'un intérêt particulier sur les hélices à pas variable, avoir, sans l'adjonction d'une boîte de vitesses, une commande à deux démultiplications très différentes (fig. 11).

La commande rapide peut s'obtenir par l'entraînement direct d'une des deux couronnes telle que 18, à l'aide d'un pignon 24, l'autre couronne 20 étant immobilisée.

On réaliserait la commande lente en gardant cet entraînement et en conjuguant le mouvement de la couronne 20 à celui de la couronne 18 par un train de deux pignons 25 et 26 différant d'une ou deux dents. Une commande électrique ou hydraulique, agissant directement ou par renvoi 27 permet de rendre angulairement solidaires ou indépendants ces deux pignons, le pignon 25 étant, dans la position de débrayage, bloqué sur une partie fixe 28, pour immobiliser la couronne 20.

Ces liaisons peuvent s'opérer par de petits embrayages à cônes ou à disques. On obtiendrait aussi des démultiplications différentes avec des commandes individuelles, des couronnes pouvant agir de façons séparées, différentielles ou additives.

Enfin, avec ce dispositif, on peut commander dans les deux sens le décalage des arbres par un embrayage tournant toujours dans le même sens et entraîné par la partie motrice, par exemple l'arbre primaire 1 ou, de préférence, la cage 15 des satellites dont le mouvement de rotation est lent (fig. 12). Il suffit que cet embrayage 29, par exemple électromagnétique, agisse sur l'une ou l'autre couronne, pour changer le sens du décalage. La couronne débrayée sera immobilisée par un frein ou une roue libre 30 ou 31 la bloquant dans le sens inverse de rotation des arbres.

La même méthode de décalage et les mêmes combinaisons de commande peuvent se réaliser avec des arbres 1 et 2 tournant dans le même sens à des vitesses différentes (fig. 13). Il suffit que les pignons répéteurs soient différents de ceux de prise de mouvement.

On peut également, avec des satellites répéteurs multiples, solidaires angulairement, mais dont un seul roule à l'intérieur d'une couronne extérieure, commander le déphasage simultané de plusieurs arbres tournant ensemble à des vitesses différentes.

La figure 14 montre, schématiquement, le montage permettant de déphaser ensemble, par rapport à l'arbre primaire 1, les arbres 2 et 2' tournant à des vitesses différentes dans le même sens que l'arbre 1. Suivant les nécessités du montage, ce sont les satellites 13 ou les satellites 14 qui pourront être jumelés. Avec des satellites jumelés à engrenements opposés, on peut obtenir le déphasage par rapport à l'arbre 1 de deux arbres 2 et 2' tournant en sens inverses à des vitesses quelconques (fig. 15).

Ce mécanisme peut servir, en aviation, à une commande de pas de deux hélices coaxiales tournant en sens inverses avec un rapport des vitesses invariable. Cependant, si de tels dispositifs à satellites jumelés permettent bien le décalage simultané de plusieurs arbres, par contre ils ne laissent pas la possibilité de déphaser à volonté l'un d'eux séparément.

En vue de certaines applications et, notamment en aviation, dans la régulation des pas de deux hélices coaxiales indépendantes, il est avantageux de pouvoir, à volonté, déphaser ensemble ou séparément deux arbres par rapport à celui qui les entraîne.

Il suffit, dans le cadre du dispositif général, avec une même prise de mouvement, d'avoir, pour chacun des deux arbres à déphaser, un mécanisme répéteur indépendant, chacun comprenant sa couronne de roulement et son train de satellites fous sur des axes communs montés dans une cage unique (fig. 16 et 17). En commandant, par exemple, soit la couronne de prise de mouvement, soit l'une des deux couronnes de répétition, on obtient des décalages simultanés ou isolés.

En généralisant, on peut, de cette façon, avec une seule cage commune, répéter successivement le mouvement sur autant d'arbres que l'on désire avec la faculté de les décaler ensemble ou séparément. Si les satellites sont différents, les arbres ne tourneront pas à la même vitesse. Avec des satellites répéteurs doubles et transmission par engrenement sur une couronne à denture intérieure, certains arbres pourront tourner en rotation inversée.

La figure 16 représente schématiquement une combinaison de cette nature, l'arbre 1 de prise de mouvement et les deux arbres à décaler 2 et 2', tournant dans le même sens à la même vitesse. La double répétition du mouvement se fait par les couronnes de roulement 20 et 34 et les satellites tels que 14 et 32 fous sur leur axes, entraînés par la cage commune 15 et portant les satellites 13 de prise de mouvement.

Toutes les conclusions resteraient analogues avec des satellites répéteurs différents, les arbres 2 et 2' ne tournant pas à la même vitesse :

1° Si les trois couronnes 18, 20 et 34 sont immobiles ou entraînés en rotation d'un même mouvement, les arbres 1, 2, 2' tournent ensemble sans se décaler;

2° Si la couronne 18 de prise de mouvement est seule commandée, les deux autres étant immobilisées, on décale simultanément, d'une même quantité, les arbres 2 et 2' par rapport à l'arbre 1;

3° On obtient encore des décalages simultanés identiques des arbres 2 et 2' en immobilisant la couronne 18 et en déplaçant ensemble les deux autres couronnes 20 et 34;

4° Si on déplace ensemble les couronnes de répétition 20 et 34 en commandant aussi la couronne 18 d'un mouvement différent, il en résulte, de la même façon, des décalages simultanés identiques des arbres 2 et 2', proportionnels au déplacement différentiel réalisé;

5° Si les couronnes 18 et 20 de prise de mouvement et de répétition sur l'arbre 2 sont immobilisées, le déplacement de la troisième couronne 34 donne le décalage angulaire séparé de l'arbre 2';

6° Si les couronnes 18 et 34 de prise de mouvement et de répétition sur l'arbre 2' sont immobilisées, le déplacement de la troisième couronne 20 produit le décalage angulaire séparé de l'arbre 2;

7° Si la couronne de prise de mouvement 18 est immobile et que l'on déplace les couronnes répétrices 20 et 34 de mouvements différents, on réalise des décalages simultanés, également différents, des arbres 2 et 2';

8° Si les trois couronnes sont déplacées de mouvements différents, on obtient encore des décalages simultanés différents des arbres 2 et 2' par rapport à l'arbre 1, le déphasage des arbres 2 et 2' étant proportionnel au décalage des couronnes de répétition 20 et 34.

Pour les besoins de la pratique, il suffira généralement d'immobiliser en permanence la couronne 18 de prise de mouvement et de commander les couronnes répétitrices 20 et 34, soit ensemble, soit l'une des deux séparément ou, au besoin, différemment.

La figure 17 représente, schématiquement, le même dispositif, les deux arbres à décaler tournant en sens inverses. Dans ce but, les satellites répéteurs de l'arbre 2' sont jumelés et solidaires angulairement, l'un 32 roulant à l'intérieur de la couronne 34 et l'autre 35 engrénant à l'intérieur de la couronne 36 transmettant le mouvement à l'arbre 2'.

On peut enfin être conduit à adopter des satellites jumelés solidaires pour la prise ou la répétition du mouvement ou les deux à la fois (fig. 18), en vue de modifier arbitrairement la démultiplication propre du système. Les rotations seront directes ou inverses, suivant que les seconds satellites répéteurs engrènent extérieurement ou intérieurement sur le pignon 19 de l'arbre 2.

Dans chaque doublet, un pignon 13 ou 14 est en prise avec l'arbre 1 ou 2 et l'autre 37 ou 38 roule à l'intérieur de la couronne 18 ou 20.

En plus de toutes les variantes de ce même montage, il est bien évident que le principe même de la commande de décalage par répétition de mouvement avec seulement deux rangées de satellites peut être réalisée de façons différentes, généralement moins avantageuses, mais restant cependant dans le cadre de l'invention.

C'est ainsi qu'un dispositif général intéressant, quoique différent, consiste, dans le cas de deux arbres à décaler 1 et 2 tournant dans le même sens (fig. 19 et 20) à ne plus monter les axes des satellites dans une cage commune, mais directement sur des couronnes des arbres 1 et 2.

Les satellites 13 et 14 engrènent, comme précédemment, à l'intérieur des couronnes de commande 18 et 20 et à l'extérieur d'une couronne de liaison 39 libre et centrée sur l'un des arbres. Ce dispositif ne comporte qu'un minimum de pièces et aucune couronne de grand diamètre à régime rapide, mais ses satellites tournent plus vite qu'avec le montage à cage commune. Il se prête aux mêmes combinaisons de commande, en donnant cependant un décalage plus lent pour un même mouvement relatif des couronnes.

Il est bien évident que, sans sortir du cadre de l'invention, on peut imaginer, en vue d'une application particulière, des variantes, des modifications ou des combinaisons des mécanismes qui précèdent, sans en modifier ni le principe ni la nature.

Ces applications peuvent s'étendre, à titre d'exemples non limitatifs, à la mesure de la torsion d'un arbre ou du couple qu'il transmet, à la manœuvre d'un embrayage ou d'un changement de vitesse, à

la commande de compression variable par excentrique sur un moteur et, plus particulièrement, en aviation, à l'ajustement du pas d'une hélice, des pas d'un doublet d'hélices coaxiales à rotation liées ou indépendantes ou à la simple conjugaison des deux pas.

La figure 21 représente schématiquement en coupe longitudinale, le principe de la commande en vol du pas d'une hélice isolée, en utilisant le mécanisme de la figure 9.

La prise de mouvement se fait par un pignon 17 solidaire de l'arbre 1 de l'hélice, les organes de prise et de répétition de mouvement étant identiques.

La répétition de mouvement se fait sur l'arbre 2 entraînant la couronne dentée 19 commandant le pas des pales par des pignons 40 et vis sans fin 40a.

Les couronnes de commande 18 et 20 peuvent être manœuvrées différemment ou une seule commandée et l'autre fixe. Il est bien évident que, lorsque ces couronnes sont fixes, la couronne 19 tourne à la vitesse de l'arbre de l'hélice dont le pas reste alors invariable. Tout déplacement différentiel des couronnes 18 et 20, dans un sens ou dans l'autre, entraîne une augmentation ou une diminution du pas, sans limitation des déplacements.

On pourrait aussi, ainsi que le représente schématiquement en coupe longitudinale la figure 22, adopter le principe du mécanisme de la figure 19, les satellites étant entraînés par les arbres 1 et 2, en roulant sur le pignon de liaison 39 à double denture dans l'exemple de la figure.

Dans le cas de deux hélices coaxiales tournant en sens inverse avec un rapport de vitesses fixe, généralement l'unité, mais qui peut être quelconque, le schéma en coupe longitudinale de la figure 23 montre le principe de la commande du pas de l'hélice avant par inverseur à planétaires, répondant au principe de la figure 5.

Les satellites 8 et 9, de diamètres différents, sont solidaires d'un même axe entraîné par le moyeu de l'hélice arrière. Le satellite 8 roule sur une couronne 11, fixe quand le pas est invariable, située à l'arrière des deux hélices, donc accessible, tandis que le satellite 9 engrène avec la double couronne 12 qui commande par des pignons tels que 41, et à l'aide de roue et vis sans fin le pas des pales de l'hélice avant.

Pour des raisons d'équilibrage, on pourra répartir deux ou trois groupes de satellites, bien qu'un seul suffise à la commande.

Les diamètres des satellites dépendront du rapport des vitesses des hélices et ils seront tels que lorsque la couronne 11 est immobile, la couronne 12 tourne à la même vitesse et dans le même sens que l'hélice avant, dont le pas reste alors invariable. Toute rotation, dans un sens ou dans l'au-

tre de la couronne 11, entraîne, par contre, une augmentation ou une diminution du pas de l'hélice avant, sans limitation d'amplitude.

On peut donc ainsi, très simplement, sans que les organes importants aient un mouvement relatif à grande vitesse, commander le pas de l'hélice avant d'un doublet à rapport des vitesses constant. Il en résulte aussi, d'une façon générale, qu'il suffira que la commande de pas de l'hélice arrière, quelle que soit sa nature, soit conjuguée au déplacement de la couronne 11 pour pouvoir commander simultanément le pas des deux hélices.

Toujours dans le cas de deux hélices coaxiales tournant en sens inverse avec un rapport de vitesses invariable, le schéma en coupe longitudinale de la figure 24 représente la combinaison d'un tel inverseur planétaire avec, pour la commande du pas de l'hélice arrière, un dispositif répéteur de mouvement à cage unique du type de la figure 21.

Le petit pignon 8 de l'inverseur roule sur la couronne 20 répétrice de mouvement. Donc, si la commande de pas de l'hélice arrière s'effectue par rotation de la couronne 20, l'autre 18 étant immobilisée, on agira simultanément sur les pas des deux hélices. On peut aussi commander différenciellement les couronnes 18 et 20, ainsi qu'il a été indiqué. Avec ce montage, si on déplace la couronne 18 seule, on modifie le pas de l'hélice arrière sans affecter celui de l'hélice avant, ce qui permet un décalage arbitraire des pas qui peut être avantageux, surtout pour les grands pas.

Notons que le dispositif répéteur de mouvement utilisé pour la commande de l'hélice arrière peut être du type de la figure 22, sans que rien soit changé par ailleurs.

Il est évident que le dispositif de conjugaison ainsi utilisé comme inverseur pourrait, avec une disposition relative différente des points de contact des satellites, être utilisé pour deux hélices coaxiales tournant dans le même sens à des vitesses différentes restant dans un rapport fixe, ainsi qu'on l'a vu. Mais une telle combinaison d'hélices ne semble pas avoir actuellement d'intérêt pratique.

La figure 25 représente schématiquement, en coupe longitudinale, un dispositif commandant simultanément les pas des hélices d'un doublet, en utilisant, pour les deux hélices, un dispositif répéteur de mouvement à cage unique du type de la figure 9; les hélices pouvant tourner dans des sens quelconques, avec un rapport des vitesses qui ne soit pas obligatoirement invariable.

Le dispositif répéteur de l'hélice avant prend son mouvement sur l'arbre de cette hélice et le répète sur la couronne 43 à double denture commandant le pas de chaque pale de l'hélice avant par pignon 41, roue et vis sans fin. La couronne extérieure 44 de la prise de mouvement est solidaire du moyeu de l'hélice arrière, et la couronne

extérieure 45 de répétition engrène avec les pignons 46 solidaires des axes portant les vis sans fin qui commandent les pas des pales de l'hélice arrière.

Ces deux couronnes étant entraînées par l'hélice arrière et seul leur mouvement différentiel réglant le pas de l'hélice avant, on voit que ce montage a ceci de particulier qu'il n'exige pas que les vitesses de rotation des deux hélices restent dans un rapport invariable, conclusion qui s'appliquera également à l'ensemble schématique de la figure 27.

Ce mécanisme répéteur ainsi utilisé peut être employé uniquement pour la conjugaison des pas, le pas des pales de l'hélice arrière étant commandé par un dispositif quelconque à roue et vis sans fin. Il a l'avantage de ne pas exiger la liaison cinématique des vitesses des hélices.

Comme exemple particulier, le pas de l'hélice arrière peut être réglé par un dispositif répéteur analogue, tel que celui de la figure 21.

Comme les pas restent toujours conjugués, le pas de l'hélice avant n'étant réglé que par celui de l'hélice arrière, on peut, avec ce montage, suivant le schéma de la figure 11, effectuer la commande directe avec deux démultiplifications, l'une en déplaçant ensemble, mais différenciellement les deux couronnes extérieures 18 et 20, l'autre en n'agissant que sur une seule des deux couronnes.

On peut aussi commander, à volonté, une couronne ou l'autre, suivant le schéma de la figure 12, cette combinaison et celle qui précède étant, évidemment impossibles avec la conjugaison des pas par inverseur prenant son mouvement par roulement sur la couronne 20.

En particulier, on peut effectuer la régulation automatique par une couronne et faire par l'autre, toutes les autres manœuvres, y compris la mise en drapeau.

Un montage de même nature peut se réaliser avec le mécanisme répéteur de la figure 19, mais la rotation propre des satellites est plus rapide (fig. 26).

Enfin, si les deux hélices coaxiales sont indépendantes, entraînées, par exemple, par des moteurs distincts, il est avantageux que leurs pas ne soient plus obligatoirement conjugués, mais qu'on puisse les commander ensemble ou séparément et mettre éventuellement l'hélice arrière seule en drapeau (fig. 27).

La commande du pas des deux hélices pourra se faire par un mécanisme tel que celui de la figure 16 à double répétition de mouvement, donc à trois couronnes 18, 20, 34.

La première rangée de satellites répéteurs engrène avec une couronne 47 à double denture agissant uniquement sur le pas de l'hélice arrière par les pignons 42 solidaires d'axes munis de vis sans fin en prise avec les roues solidaires des pieds de pale.

L'autre rangée de satellites répéteurs engrène avec une seconde couronne 48 en prise avec des pignons 49 solidaires d'axes 50 traversant le moyeu de l'hélice arrière pour commander par des pignons 51 le pas de l'hélice avant par l'intermédiaire d'un mécanisme répéteur tel que celui de la figure 25.

Il est important de noter qu'avec un tel montage, les pignons 49 et 51, ainsi que leur axe 50 entraîné par l'hélice arrière, ne tournent pas sur eux-mêmes quand le pas de l'hélice avant est invariable. Ils ne subissent de mouvement relatif à faible vitesse qu'au cours des modifications du pas de cette hélice.

Il y aura évidemment un axe à vis sans fin par pale et il suffirait d'un seul jeu de pignons 49 et 51 avec leur axe 50 pour la commande de l'hélice avant. Mais, pour des raisons d'équilibrage dynamique, on en répartira deux et généralement trois.

Ce montage permet, comme on l'a vu, de modifier simultanément ou séparément les pas des deux hélices par le jeu des rotations différentielles des trois couronnes 18, 20 et 34. Tout décalage angulaire entre la couronne 47 et l'arbre 1 affecte uniquement le pas de l'hélice arrière et tout décalage entre la couronne 48 et l'arbre 1 fait varier le pas de l'hélice avant, sans qu'interviennent les positions angulaires relatives des hélices.

Les mêmes décalages respectifs provoquent toujours les mêmes variations de pas, quel que soit l'écart entre les vitesses de rotation des hélices, que toutes deux soient en mouvement ou l'une arrêtée.

Parmi les diverses combinaisons possibles envisagées pour la commande, la plus usuelle consistera à immobiliser en permanence la couronne 18 de prise de mouvement. Un déplacement d'ensemble des deux autres couronnes 20 et 34 donnera la variation simultanée des pas en les conjuguant. Si on commande seule, soit la couronne 20, soit la couronne 34, on agit uniquement sur le pas de l'hélice avant ou sur celui de l'hélice arrière.

Si l'on veut que la régulation des deux hélices soit toujours autonome, on peut, à l'aide de deux pignons tels que 52 et 53, commander séparément chacune des deux couronnes 20 et 34.

Comme dans tous les cas analogues, ces pignons peuvent être entraînés par des treuils à une ou plusieurs vitesses, à entraînement soit électrique, soit hydraulique, soit mécanique, avec dans ce dernier cas prise de mouvement sur un arbre moteur.

Il est évident qu'en dehors de ces exemples non limitatifs d'application des mécanismes élémentaires de commande revendiqués, l'invention comprend encore dans son cadre toutes les combinaisons ou montages différents que peut nécessiter une application d'une nature quelconque utilisant les principes mis en œuvre dans l'invention.

En particulier, on pourra trouver des applications, non mentionnées explicitement, aux hélices

marines, aux aéro-moteurs, dans le but de régler les pas des ailes automatiquement en fonction de la pression du vent, et aux voilures tournantes des appareils d'aviation tels que : hélicoptères, autogires, etc.

#### RÉSUMÉ.

Cette invention comprend notamment :

1° Des mécanismes à engrenages droits et planétaires permettant, par une commande fixe, de décaler des arbres tournants, ou des organes entraînés par ces arbres; ces mécanismes pouvant comporter en outre une ou plusieurs des particularités suivantes :

a. Le déphasage de deux arbres tournant en sens inverse est effectué par un inverseur à train planétaire double roulant sur la couronne de commande en entraînant l'arbre décalé, la prise de mouvement se faisant par la cage des satellites;

b. Le déphasage d'arbres tournant dans le même sens est effectué par satellites de prise et de répétition de mouvement, sans liaison angulaire, roulant à l'intérieur de deux couronnes et montés dans une cage commune;

c. Le décalage des arbres est opéré par déplacement angulaire d'une seule des deux couronnes ou, plus généralement, par rotation différentielle de l'une par rapport à l'autre;

d. Obtention d'une vitesse de décalage rapide ou lente par commande d'une seule couronne et disposition entre elles d'une liaison commandée entraînant la seconde dans le même sens que la première, à vitesse peu différente, par pignons à nombre de dents très voisins;

e. Commande de décalage par embrayage, entraîné par la partie motrice, soit arbre moteur, soit cage des satellites, mis en prise avec l'une ou l'autre des couronnes, suivant le sens du décalage, avec immobilisation de la couronne débrayée par frein, rochet ou roue libre;

f. Dans le cas où l'on veut réaliser le décalage d'arbres tournant dans le même sens à des vitesses différentes, les satellites répéteurs étant différents de ceux de prise de mouvement;

g. Le mécanisme comporte deux couronnes de commande et pignons répéteurs multiples, solidaires en rotation, permettant de décaler simultanément par rapport à l'arbre de prise de mouvement, un nombre quelconque d'arbres tournant, dans le même sens ou en sens inverse à des vitesses quelconques;

h. Pour obtenir, par rapport à l'arbre de prise de mouvement, les déphasages simultanés ou individuels d'arbres tournant dans le même sens ou en sens inverse à des vitesses quelconques, le mécanisme comporte autant d'organes répéteurs indépendants qu'il y a d'arbres à décaler, tous les satellites étant montés, sans liaisons angulaires, dans une cage commune;

i. Les satellites sont jumelés et solidaires à un seul engrènement par satellite, ce qui permet une démultiplication arbitraire;

j. Pour le décalage de deux arbres tournant dans le même sens, le mécanisme comporte deux rangées de satellites dont les axes sont entraînés par les arbres et qui roulent à l'extérieur d'une couronne de liaison et à l'intérieur de deux couronnes dont le mouvement différentiel effectue la commande.

2° Des dispositifs de commande du pas d'une hélice permettant notamment de commander en vol le pas d'une hélice d'aviation, lesquels dispositifs font application des mécanismes de décalage ou déphasage spécifiés ci-dessus; plus particulièrement des formes de réalisation de ces dispositifs de commande du pas dans lesquelles :

a. On utilise un dispositif répéteur de mouvement à planétaires et cage unique;

b. On utilise un dispositif répéteur de mouvement à satellites entraînés par les arbres et à couronne de liaison;

c. Un inverseur planétaire sert à la commande du pas de l'hélice avant d'un groupe de deux hélices coaxiales, tournant en sens inverses avec un rapport de vitesses fixe, les axes des satellites, de diamètres différents, étant entraînés par l'hélice arrière dont le mécanisme de commande de pas peut être quelconque;

d. Un inverseur planétaire est combiné avec un mécanisme répéteur de mouvement à cage unique ou à satellites entraînés par les arbres à décaler, pour commander simultanément les pas de deux hélices coaxiales tournant en sens inverses avec un rapport de vitesses fixe;

e. Un dispositif répéteur de mouvement à cage unique ou satellites entraînés par les arbres sert à conjuguer la commande des pas de deux hélices coaxiales dont les vitesses peuvent être de sens quelconques et de rapport variable, quel que soit le dispositif de commande du pas de l'hélice arrière;

f. On utilise simultanément le même dispositif répéteur de mouvement, à simple répétition, pour effectuer la conjugaison des pas et la commande de pas de l'hélice arrière, pour deux hélices coaxiales à sens de rotation quelconque et à rapport des vitesses pouvant être variable;

g. Pour deux hélices coaxiales à vitesses de rotation indépendantes dont les pas ne doivent pas être conjugués, combinaison des mécanismes à simple et à double répétition de mouvement pour pouvoir effectuer à volonté la commande simultanée ou séparée des pas des pales.

LOUIS BRÉGUET.

Par procuration :

J. CASANOVA (Cabinet ARMENGAUD jeune).

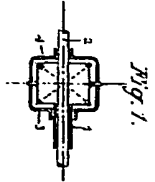


Fig. 1.

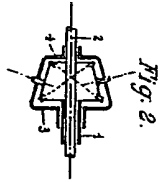


Fig. 2.

Fig. 3.

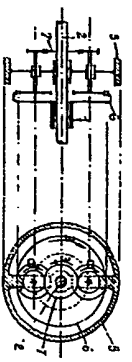


Fig. 4.

Fig. 5.

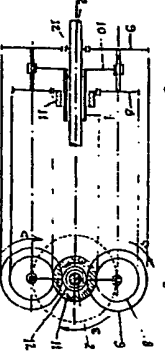


Fig. 6.

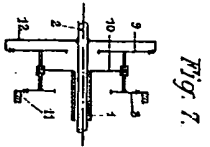


Fig. 7.

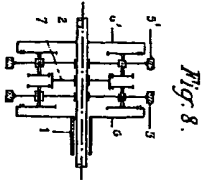


Fig. 8.

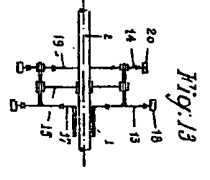


Fig. 9.

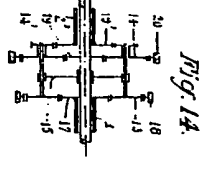


Fig. 10.

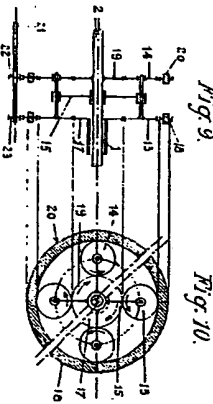


Fig. 11.

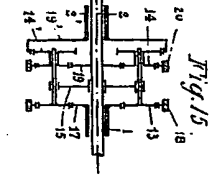


Fig. 12.

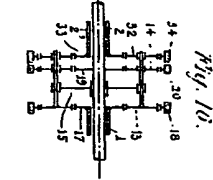


Fig. 13.

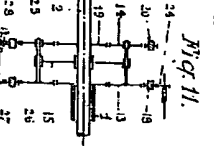


Fig. 14.

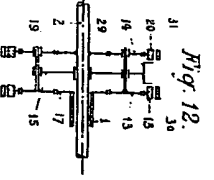


Fig. 15.

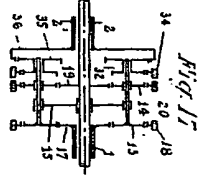


Fig. 16.

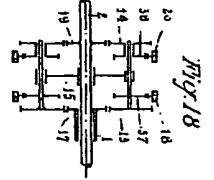


Fig. 17.

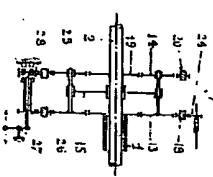


Fig. 18.

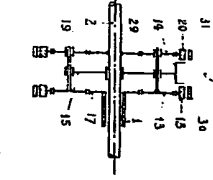


Fig. 19.

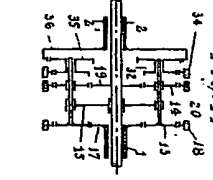


Fig. 20.

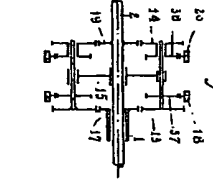


Fig. 21.



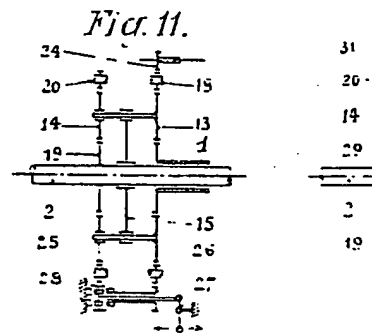
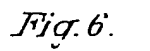
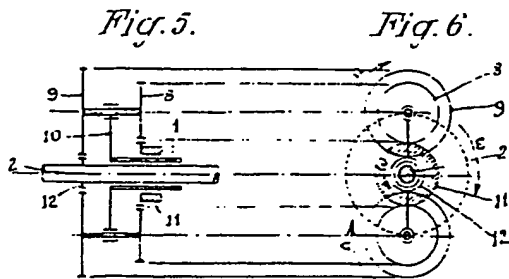
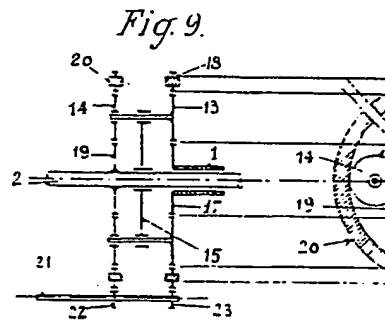
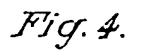
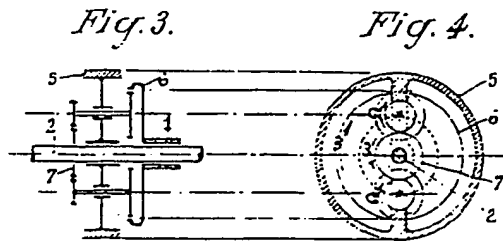
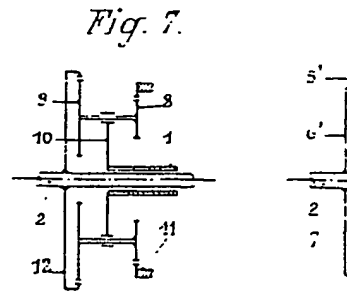
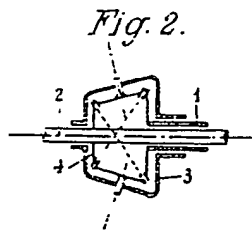
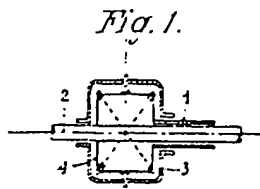


Fig. 8.

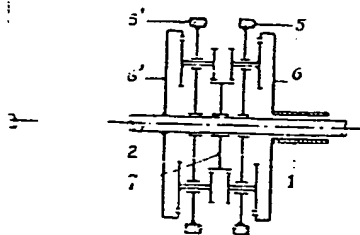


Fig. 13.

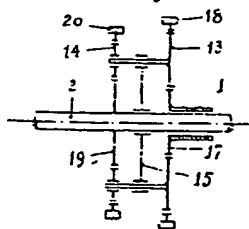


Fig. 14.

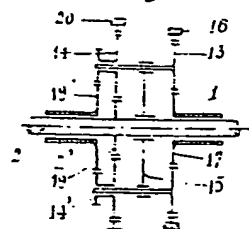


Fig. 10.

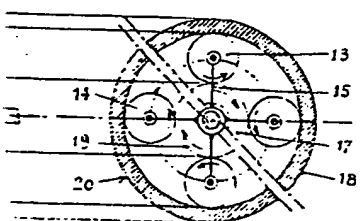


Fig. 15.

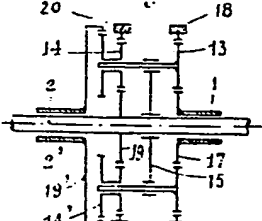


Fig. 16.

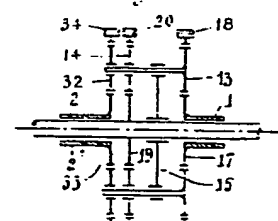


Fig. 12.

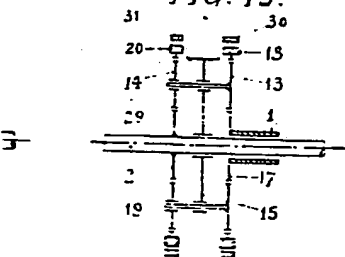


Fig. 17.

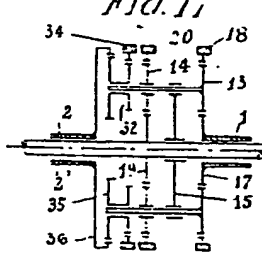


Fig. 18.

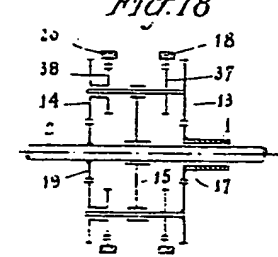


Fig. 19.

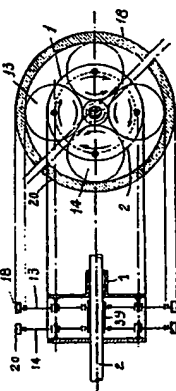


Fig. 23.

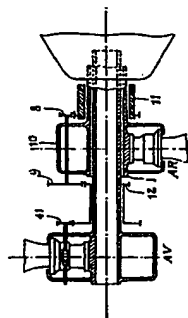


Fig. 26.

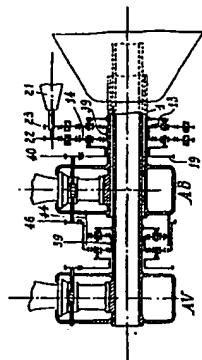


Fig. 27.

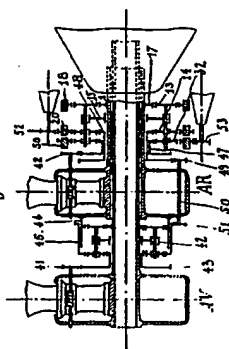


Fig. 21.

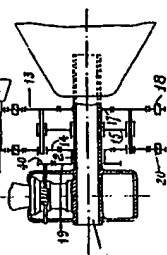


Fig. 22.

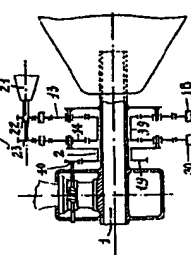


Fig. 25.

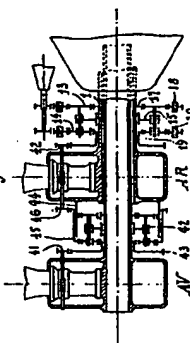
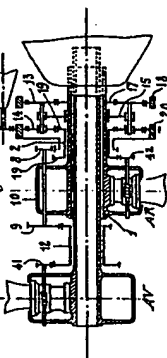


Fig. 24.



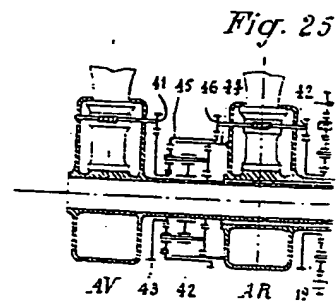
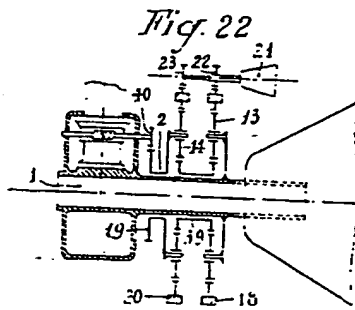
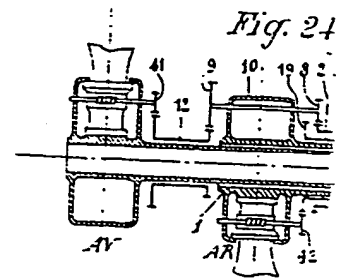
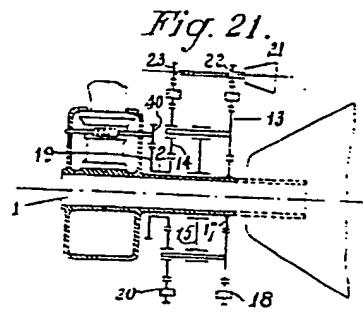
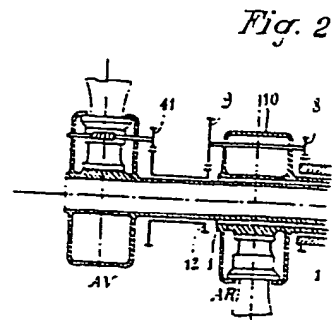
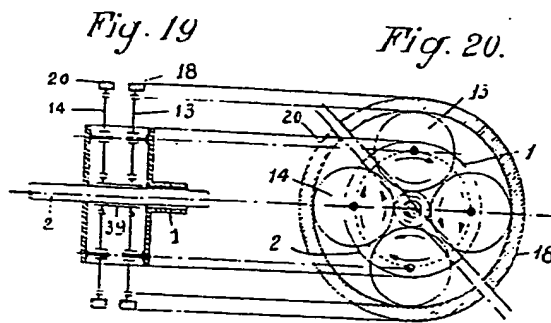


Fig. 23.

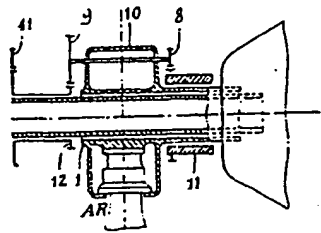


Fig. 26.

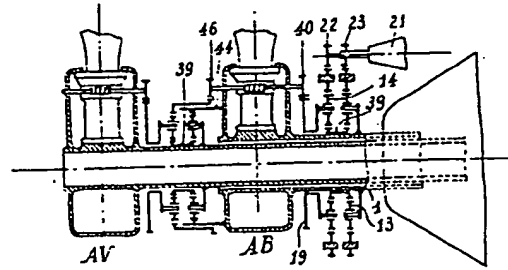


Fig. 24

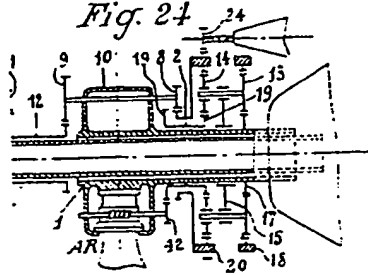


Fig. 27.

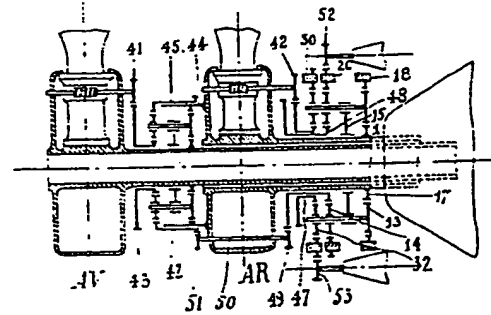
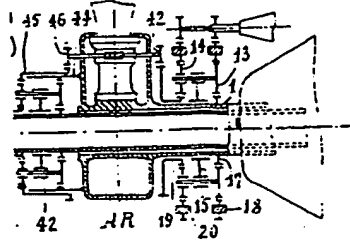


Fig. 25



THIS PAGE BLANK (USPTO)